

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3123798号

(P3123798)

(45) 発行日 平成13年 1月15日 (2001. 1. 15)

(24) 登録日 平成12年10月27日 (2000. 10. 27)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 L 23/10

G 0 1 L 23/10

1/16

1/16

A

9/08

9/08

請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-356919

(22) 出願日 平成 3 年12月24日 (1991. 12. 24)

(65) 公開番号 特開平5-172679

(43) 公開日 平成 5 年 7 月 9 日 (1993. 7. 9)

審査請求日 平成10年 7 月16日 (1998. 7. 16)

(73) 特許権者 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 豊田 秀樹

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特

殊陶業株式会社内

(72) 発明者 下郷 徹馬

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特

殊陶業株式会社内

(72) 発明者 小島 孝夫

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特

殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100084043

弁理士 松浦 喜多男

審査官 福田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力検知装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のシリンダーに装着される主体金具に、検出開口がシリンダー内に位置する軸孔を備え、その軸孔の内部に圧電素子、圧力伝達棒等の検出要素を収納し、更に前記軸孔の開口端を金属製ダイヤフラムで密封してなり、前記圧電素子としてニオブ酸リチウムの単結晶圧電材料を用いた圧力センサと、該圧力センサの発生電荷を電圧に変換する装置と、該出力電圧の低周波成分を除去する機能を有するフィルタとを備え、前記圧力センサの板状圧電素子が、分極方向の Z 軸成分が 20° 以下のニオブ酸リチウムの単結晶圧電材料の Y カット品よりなり、前記フィルタの低周波を除去する閾値が、 $0.01\text{ Hz} \sim 1.0\text{ Hz}$ の範囲にあることを特徴とする圧力検知装置。

【発明の詳細な説明】

2

【0001】 本発明は内燃機関のシリンダー内圧の変化を圧電素子によって検出する圧力センサを備えた圧力検知装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 内燃機関のシリンダーヘッドに設けられたセンサ取付け用螺子孔に装着される主体金具の内部に圧電素子、圧力伝達棒等よりなる検出要素を収納するとともにシリンダー内に位置する下端面にダイヤフラムを封着し、シリンダー内圧を前記ダイヤフラムと圧力伝達棒とを介して圧電素子に伝播し、該素子よりシリンダー内圧力の大きさに比例した電気信号を取り出すようにした圧力センサは公知である。また前記圧電素子として一般に、チタン酸ジルコン酸鉛、チタン酸鉛等のセラミック材料よりなる圧電素子が用いられている。

【0003】

10

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような圧力センサは、点火プラグと同様にシリンダ内圧とともに高い燃焼温度（1000℃）中に曝されるため、セラミック系の圧電素子にあっては、そのキュリー点がチタン酸ジルコン酸鉛系では約250℃、チタン酸鉛系では約350℃と前記燃焼温度よりも低く、いずれもそのままでは、素子部はかなりの高温（400℃前後）となり、このため消極等により圧電特性が劣化し、使用に耐え得ない。そこで通常、圧電素子を適温に維持する冷却手段を付加したうえで使用している。このため構造が複雑、大型化

し、価格も高騰するという欠点があった。また高温で発生電荷が大きくなるという圧電素子が有する温度依存性、さらには焦電特性によりシリンダ内の圧力が正確に検出できない等の問題があった。

【0004】一方、かかる欠点を解決するため、前記セラミック系の圧電材料に代え、温度依存性及び焦電特性の無いSiO₂、単結晶もしくはこれら単結晶と同効の単結晶圧電材料を用いることが考えられるが、これら単結晶材料はセラミック系の圧電材料に比し発生電荷量が小さいために、点火プラグでのノイズ、また電波等のノイズ等による影響を受け易く、S/N比が悪くなるという問題がある。

【0005】そこで、特願平3-125414号にて、ニオブ酸リチウム（LiNbO₃）やタンタル酸リチウム（LiTaO₃）もしくはこれら単結晶材料と同効の単結晶圧電材料からなる円形または角形の板状圧電素子を用いたものを提案した。このニオブ酸リチウムのキュリー点は約1200℃と高く、耐熱性に優れ、温度依存性が少ないという特徴を有している。またLiTaO₃、SiO₂に比べ発生電荷が大きく、S/N比も良好であると言う、優れた特性を有する。しかしながら、素子特性では優れているものの、圧力センサとしては構造体とした場合には、燃焼時の温度差（各部材での温度差）により構成部分寸法が変化し、焦電特性に似た出力が発生してしまうことがあった。本発明はかかる従来構成の問題点を除去することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、内燃機関のシリンダーに装着される主体金具に、検出開口がシリンダ内に位置する軸孔を備え、その軸孔の内部に圧電素子、圧力伝達棒等の検出要素を収納し、更に前記軸孔の開口端を金属製ダイヤフラムで密封してなり、前記圧電素子としてニオブ酸リチウムの単結晶圧電材料を用いた圧力センサと、該圧力センサの発生電荷を電圧に変換する装置と、該出力電圧の低周波成分を除去する機能を有するフィルタとを備え、前記圧力センサの板状圧電素子が、分極方向のZ軸成分が20°以下のニオブ酸リチウムの単結晶圧電材料のYカット品よりなり、前記フィルタの低周波を除去する閾値が、0.01Hz～1.0Hzの範囲にあることを特徴とする圧力検知装置である。

【0007】

【作用】圧力センサをエンジンブロックに装着して、その内圧を検出する場合にあっては、アイドルから高回転、高負荷の間で温度が変化する等、温度変化が激しい。このように温度変化の激しい部位に圧力センサを取付けると、焦電特性により図8に示すように出力の変動（ドリフト）を生じ易い。この出力変動は、低周波数の出力波形となる。

【0008】そこで、フィルタにより所定低周波を閾値として、該閾値以上の周波数の圧力波形のみを透過させて、該周波数未満の低周波を除去することにより、その出力のドリフトに該当する波形を除去することができ、この閾値は、0.01Hz～1.0Hzの範囲とする。0.01Hz未満であると、ドリフトを良好に除去することができず、また1.0Hzを越えると、本来の圧力波形が変形して、適正な圧力を検出することができなくなり、精度が低下するおそれがあるからである。さらには、圧力感度10気圧相当以下にするためにはZ軸成分の角度θが20°以下が良好であり、回路上での濾波も容易となる。また特筆すべきは、Xカット品、Yカット品について夫々作成し検討してみたところ、YカットのものはXカットのものに比べ、圧電特性も良好であり、さらには機械的強度においても良好であることが確認された。そこで、圧力センサの板状圧電素子が、分極方向のZ軸成分が20°以下のニオブ酸リチウムの単結晶圧電材料のYカット品を用いるものとした。

【0009】

【実施例】図1は本発明に適用する圧力センサSの一実施例を示し、1は下端部1a外周にシリンダブロックに螺合する雄螺子2と、上端部1b外周にスパナ等の締付け工具と適合する六角部3とを形成したボルト構造をなす主体金具1であって、その内部には、軸孔4が形成されている。この軸孔4は下端部1a側を貫通する異径孔4a、4b、4cと、上端部1b側を貫通する径大孔4dとが連続して構成される。前記異径孔4a、4b、4cのうち、径中側の孔4bには、その径小側の孔4aに近いほうから金属板5、第1の端子部材6、表裏面に電極7a、7bが付与された圧電素子7、第2の端子部材8、電気絶縁環9が順次層状に配設され、これら積層物の周囲に被覆した絶縁材10により主体金具1と絶縁している。また前記第2の端子部材8の上面からは後記する信号搬送用ケーブル16と接続する接続手8aが、絶縁環9を挿通して突設している。

【0010】更に前記径小側の孔4aには圧力伝達棒11が挿入され、その一端を金属板5に圧接し、他端は主体金具1の下端部1aの端面を気密に封口するように接合された金属製ダイヤフラム12に接着している。この金属ダイヤフラム12は耐熱性が必要で、例えばインコネル又はSUS630相当の耐熱性金属材料のようなものが良い。さらに主体金具1の孔4a、4bの段差部分と圧力

伝達棒11との間にバネリング13を設け、このバネリング13により構成体の熱膨張差及び熱伝達の差から生ずる歪、また雄螺子部での締付けトルクによる伸び等から生ずる応力を吸収している。また前記径大孔4cに刻設した雌ネジには押えネジ18が螺合し、該ネジ18により圧電素子7に所定の予圧を与え、燃焼時の吸気導入時の負圧状態に対応させている。

【0011】前記六角部3側の径大孔4dの内面には、段座4d'が形成され、これに座定する鍔14aを備えた金属スリーブ14が嵌合され、さらにシール部材15bと電気接触部材15aと共に六角部3の上端から突出する環状薄片3aを内側に屈曲することによって加締め付けられている。

【0012】前記金属スリーブ14の内部には信号搬送用ケーブル16の一端が挿通固定され、該ケーブル16より裸出した芯線16aが絶縁被覆した中継用導線17を介して第2の端子部材8に接続されている。しかるに圧電素子7の一方の電極は前記第2の端子部材8と中継用導線17を通してケーブル16の芯線16aに接続され、他方の電極は第1の端子部材6と金属板5と伝達棒20 11を通して主体金具1に接地接続されている。

【0013】ここまでの構成は、従来公知であるが、本発明を構成する圧力センサSの特徴は、第1の端子部材6と第2の端子部材8との間に配された圧電素子7に、ニオブ酸リチウム(LiNbO_3)からなる円形(図2参照)または角形(図3参照)の板状圧電素子を用いたところにある。

【0014】尚、単結晶よりなる圧電素子7は、円形板でもよいが、経済性、量産性の面から図3に示すような角形板の方が望ましく、この場合、図4に示すように一枚の大きな単結晶基板sに格子状の切断線tを施すことにより、多数の圧電素子7、7...を一度に、無駄なく製作できる。またその厚みは0.3mm～1.5mmの外形寸法を有するものであることが望ましい。すなわち、これら単結晶材料は機械的強度に乏しく、通常の切断方法例えばダイヤモンドカッター、超音波カッター、レーザービーム等にて破損することがあるが、その厚を0.3mm～1.5mmに限定することによりかかる問題が解決される。ここで1.5mmを越えると切断時の熱衝撃により割れが発生するおそれがある。従って好ましくは1.0mm以下が良い。ただし、0.3mm未満では切断時の機械的衝撃に問題がある。さらにこのような圧力センサーにおいては、受圧面の精度、平行度が必要で、通常、表面研磨を実施することが多く、この点から0.3mm以上が望ましい。

【0015】さらに圧電素子7の表裏面に被着する電極7a、7bは、メッキ、蒸着等によって形成することができるが、圧電素子との密着性を高める点から、ニッケル、銀等の金属を有機溶剤中に分散してなる有機金属インクを用い、これを印刷により形成、焼き付けたものが

良く、この場合、前記有機金属インクを印刷後、第1、第2の端子部材6、8を積層したうえで一体に焼き付けることによって、圧電素子と電極との間、電極と端子部材との間の密着性が高くなり、使用中の接触不良を確実に防止する利点がある。

【0016】次に、圧電素子7として、ニオブ酸リチウム単結晶を用いたものにおいて、その焦電特性を次の手段により確認した。ニオブ酸リチウム単結晶の各種の角度のカット品を試料とし、これを0℃のシリコンオイルが入ったタンクと、150℃のシリコンオイルが入ったタンクとに交互に浸漬して焦電特性をテストした。その結果は図5の如くであった。ここでxは、素子寸法が $\phi 6 \times 0.5$ tの外径寸法としたものを、yは $\phi 4 \times 0.7$ tの外径寸法としたものを示す。そして縦軸は温度変化によって発生する電荷を示し、横軸はZ軸成分の角度 θ を示す。ここでZ軸成分の角度 θ は図6で示すように規定され、分極軸の面方向(X、Y方向)からの厚み方向(Z方向)への偏位角をいう。すなわち、 $\theta = 90^\circ$ とは厚み方向と同一方向で分極されているものをいい、 $\theta = 0^\circ$ とは、面方向に分極されているものをいう。

【0017】この結果からZ軸成分が少ない方が良好であることが解った。また圧力感度10気圧相当以下にするためにはZ軸成分の角度 θ が 20° 以下が良好であり、5気圧相当以下の 10° 以下がさらに良好で、回路上での濾波も容易となった。またこれらのカットにあっては、圧電特性も充分であった。特にZ方向の無い($\theta = 0$)試料については、焦電が殆どみられず、非常に良好であった。そして、Z方向の無い($\theta = 0$)試料にあって、Xカット、Yカット品について夫々作成し検討してみたところ、YカットのものはXカットのものに比べ、圧電特性も良好で、他のカットと殆ど同等であり、さらには機械的強度においても良好な結果を得た。

【0018】これらの結果から、圧力センサSとしては、ニオブ酸リチウムのYカット品を用い、超音波カットにより $\phi 5 \times 0.5$ tの外径寸法として前述の組み付を実施した。またダイヤモンドの内外径も $\phi 7/\phi 9$ とし、ダイヤモンドの肉厚は0.15mmとした。また、押えネジ14での加圧を10MPaとした。

【0019】そしてかかる構成の圧力センサSに、図9の如く、該圧力センサSの発生電荷を電圧に変換するチャージアンプAと、該チャージアンプAの出力電圧の低周波成分を除去する機能を有するハイパスフィルタFとを順次接続して、本発明に係る圧力検知装置を構成し、圧力センサSを総排気量2000ccのエンジンに取付け、ハイパスフィルタFの低周波の閾値と、ハイパスフィルタFを通過した燃焼圧力波形との関係を調べた。

【0020】図7はハイパスフィルタFの低周波をカットする閾値を種々変えたものであって、エンジンの回転をアイドリング(1200rpm)及び5000rpmで、一定としたときの燃焼圧力波形を示す。ここで中心

7

8

の一点鎖線は大気圧を示す基準線である。この波形図から、0.01Hz～0.5Hzでは、いずれの回転数にあっても、フィルタ無しの際の生波形（破線で示す）とは、大きく波形が異ならず、適正な精度を維持できるものであることが解る。また1Hzの場合もアイドリング時には若干生波形からのズレを生じてはいるものの所定精度をなんとか維持し得るものであることが解る。ところが閾値が2Hz及び3Hzのハイパスフィルタを設けた場合には、低位レベルでのドリフトが発生し、生波形とは大きな差異を生じ、1気圧以上の誤差を生じてしまうことが解った。

【0021】次にエンジン回転を変化させたときの状態を図8で示す。焦電特性、温度特性の無い圧電素子7を用いた圧力センサSを適用しているにもかかわらず、ハイパスフィルタF無しでは、全体の波形が上下に揺らぎ、エンジンドリフトが発生していることが解る。また閾値が0.01HzのハイパスフィルタFを接続した場合であっても、該ドリフトが波形上表われる。ところが0.05Hz、0.1Hz、0.3Hzを閾値としたハイパスフィルタFを接続したものにおいては、前記ドリフトを波形上除去することができた。このドリフトに対しても、充分1Hz以下の閾値を備えたハイパスフィルタFによって対応できる。

【0022】而して、閾値が0.01Hz～1.0Hzの範囲にあるハイパスフィルタFは、前記ドリフトを除去でき、しかも、生波形とは大きく異ならず、その精度も許容できるものであるといえる。尚、好ましくは、閾値を0.05～0.5HzとしたハイパスフィルタFによってさらに良好な結果を得ることができる。

【0023】

【発明の効果】本発明の圧力検知装置が以上の通りであって、主体金具の内部に装着される圧電素子に、シリンダ中の燃焼温度よりも高いキュリー点を有するLiNbO₃の単結晶圧電材料を用いた圧力センサーを用いたから、従来のように冷却手段によって圧電素子を冷却する必要は全くない。また圧電素子の分極方向のZ軸成分が*

*20°以下とすることで焦電特性をも有せず、Yカット品を用いたから、圧電特性も良好であり、さらには機械的強度においても良好である。そして、さらに、この圧力センサSに該圧力センサの発生電荷を電圧に変換する装置（チャージアンプA）と、該出力電圧の低周波成分を除去する機能を有するフィルタFとを接続したから、温度変化等によって生ずる低周波数の出力に起因する燃焼波形のドリフトが除去されて、安定した燃焼波形を得ることができる。而して、本発明は焦電性が無く、小型かつ安価で、出力波形が良好で高精度の圧力検知装置を市場に供し得る優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す圧力センサの縦断側面図である。

【図2】圧電素子7を円形に作成したものの斜視図である。

【図3】圧電素子7を角形に作成したものの斜視図である。

【図4】圧電素子7の切り出し手段を示す斜視図である。

【図5】ニオブ酸リチウム単結晶の各種の角度のカット品の焦電効果による影響を示すグラフである。

【図6】Z軸成分の角度θの概念を示す座標である。

【図7】閾値の異なるハイパスフィルタFと、その出力波形との関係を、1200rpm、5000rpmの波形図である。

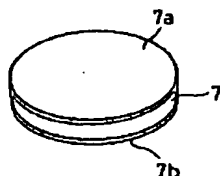
【図8】回転数を変化させた場合のドリフトを示す波形図である。

【図9】本発明の基本構成を示す概念図である。

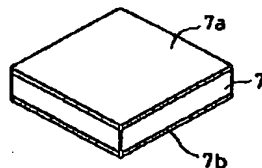
30 【符号の説明】

1 主体金具
7 圧電素子
11 圧力伝達棒
S 圧力センサ
A チャージアンプ
F ハイパスフィルタ

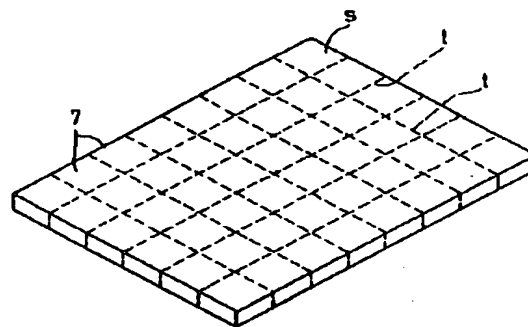
【図2】



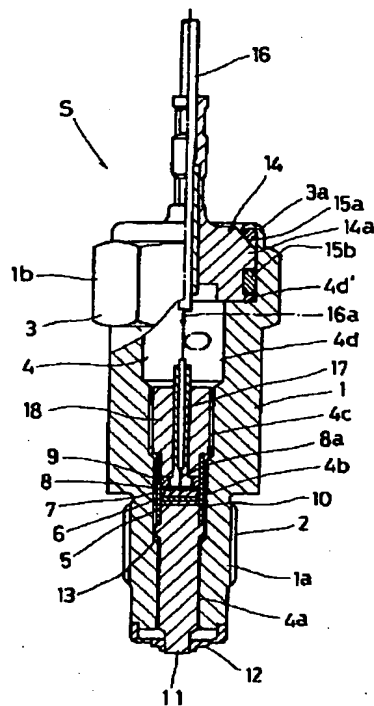
【図3】



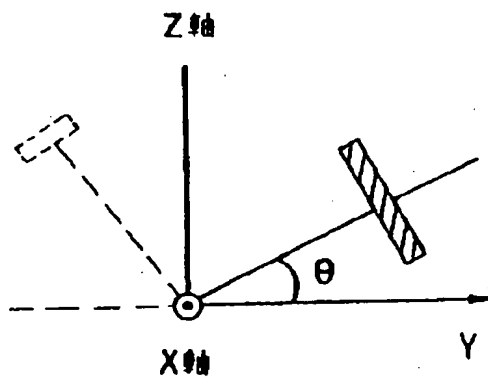
【図4】



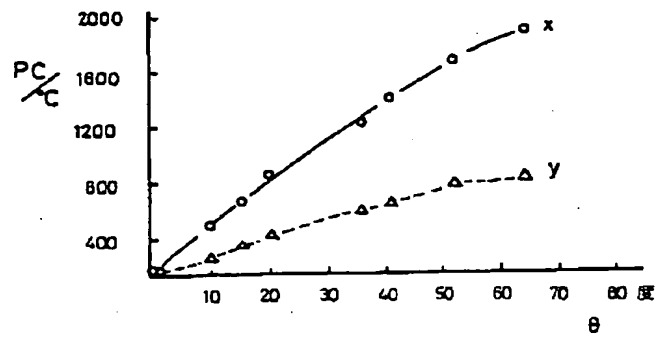
【図1】



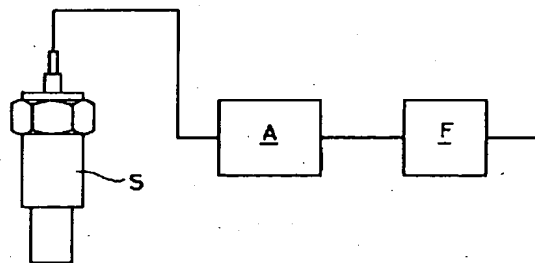
【図6】



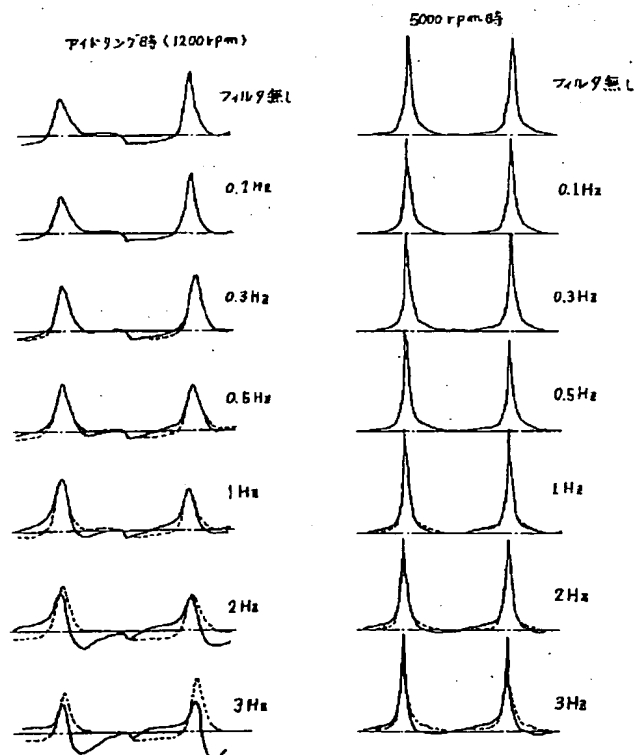
【図5】



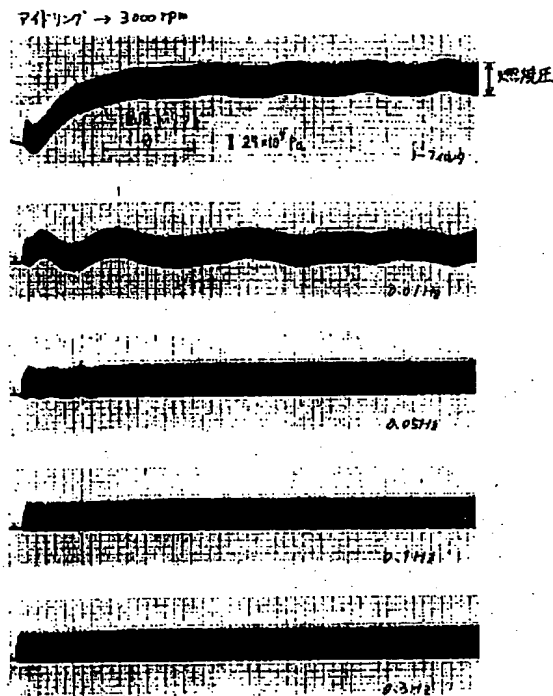
【図9】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 早迫 博文
名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特
殊陶業株式会社内

(56)参考文献 特開 昭62-81572 (J P, A)
特開 昭62-219808 (J P, A)
実開 昭63-84539 (J P, U)
実開 昭64-15139 (J P, U)
実開 昭61-126620 (J P, U)
実開 昭62-35243 (J P, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

G01L 23/10
G01L 9/08
G01L 1/16

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-172679

(43)Date of publication of application : 09.07.1993

(51)Int.Cl.

G01L 23/10

G01L 9/08

G01L 19/04

(21)Application number : 03-356919

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 24.12.1991

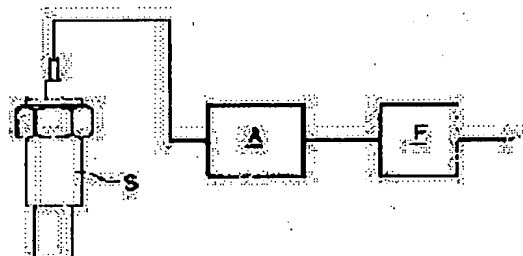
(72)Inventor : TOYODA HIDEKI
SHIMOSATO TETSUMA
KOJIMA TAKAO
HAYASAKO HIROBUMI

(54) PRESSURE DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a pressure detector constituted so that the piezoelectric element 7 provided in the main metal fitting 1 of a pressure sensor is formed from a material having good heat resistance and durability and showing no pyroelectric properties and capable of obtaining a stable combustion waveform from which the drift of the combustion waveform caused by the output of low frequency especially generated by a temp. change is removed.

CONSTITUTION: A pressure sensor S using a single crystal piezoelectric material of LiNbO₃ having a Curie point higher than the combustion temp. in a cylinder is used as the piezoelectric element provided in a main metal fitting. A charge amplifier A for converting the generated charge of the pressure sensor S to voltage and a high-pass filter F for removing the low frequency component of output voltage are connected to the pressure sensor S.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3123798

[Date of registration] 27.10.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]